



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 69828
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty
Patent määritelty 26.5.86

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ C 04 B 38/00

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansökning	810032
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	07.01.81
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	07.01.81
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	11.07.81
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.12.85
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	10.01.80
Englanti-England(GB) 8000881 Toteennäytetty- Styrkt	

- (71) Imperial Chemical Industries Limited, Imperial Chemical House,
Millbank, London SW1P 3JF, Englanti-England(GB)
- (72) Graham Vincent Jackson, Runcorn, Cheshire, Terence Goulding, Runcorn,
Cheshire, John Albert Avery Bradbury, Runcorn, Cheshire, Englanti-England(GB)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Eristysaineena ja tulensuoja-aineena käytettävä jäykkä epäorgaaninen
vaahtotuote, menetelmä sen valmistamiseksi ja menetelmässä käytettävä
aine - Styv, oorganisk skumprodukt för användning som isoleringsmate-
rial och eldskyddande material, förfarande för dess framställning
och i förfarandet användbar ämne

(57) Tiivistelmä

Kova epäorgaaninen solurakenteinen vaahto, joka
koostuu yhdestä tai useammista kerrosmineraaleista, sekä
menetelmä epäorgaanisten vaahtojen valmistamiseksi kaasut-
tamalla yhden tai useamman kerrosmineraalin suspensiota
nestemäisessä väliaineessa, muovaamalla kaasutettu suspen-
sio ja poistamalla nesteväliaine muovatusta kaasutetusta
suspensiosta.

(57) Sammandrag

Styvt oorganiskt skum med cellstruktur bestående
av ett eller flera skiktmineralier och ett förfarande
för framställning av oorganiska skum genom begasning
av en suspension av ett eller flera skiktmineralier
i ett flytande medium, utformning av den begasade sus-
pensionen och avlägsning av det flytande mediet ur den ut-
formade begasade suspensionen.

Eristysaineena ja tulensuoja-aineena käytettävä jäykkä epäorgaaninen vaahtotuote, menetelmä sen valmistamiseksi ja menetelmässä käytettävä aine

5 Keksintö koskee jäykkää, epäorgaanista vaahtotuotetta joka koostuu savimineraalista. Erityisesti keksintö koskee jäykkää epäorgaanista vaahtotuotetta, joka koostuu yhtä tai useampaa kerrosmineraalia olevista osasista. Keksintö koskee myös menetelmää tällaisen tuotteen valmistamiseksi ja menetelmässä käytettävää ainetta. Keksinnön
10 mukaista vaahtotuotetta voidaan käyttää eristysaineena ja tulensuoja-aineena.

 Kerrosmineraalit ovat luonnossa esiintyviä piidioksidin muotoja ja ovat fyllosilikaatti-aineita, ts. niillä
15 on kerrosrakenne. Kerrosmineraaleja ovat esimerkiksi vermikuliitti, kaoliniitti sekä muut savimineraalit, montmorillonitiitti, sepioliitti, attapulgiitti, illiitti ja saponiitti.

 Savimineraaleja esiintyy savissa osasina, joiden
20 läpimitat ovat suuruusluokaltaan muutamia mikroneja ja jotka ovat mineraalin kideyksiköiden, kooltaan submikronisia, aggregaatteja tai agglomeraatteja. Kaoliini-tyyppinen savi on pääasiallisesti savimineraalin kaolinittilevyjen kirjan muotoisten yksiköiden aggregaatti. Käsite
25 kaoliniitti, kuten sitä tässä käytetään, käsittää kaoliinityyppisiä savia, plastisia savia, tulenkestäviä savia ja kaoliineja, joissa kaoliinimineraalit ovat luonnossa esiintyvässä muodossa, vaikka tällaiset savet eivät ole puhdasta kaolinittiä. Tulenkestävät savet ovat kaolinitin ja
30 illiitin seos.

 Kerrosmineraalit ovat hyvin tunnettuja ja ainakin joitakin niistä käytetään laajasti teollisuudessa. Kaolinittiä ja kaoliinia sisältäviä savia käytetään laajasti lukuisilla teollisuuden aloilla, esimerkiksi keramiikka-
35 teollisuudessa (pääkäyttö) fajanssin, posliinin ja tulenkestävien aineiden valmistamiseksi sekä täyteaineena pape-

ria, maaleja, liimoja, muoveja ja kumeja varten. Vermikuliittia käytetään tavallisesti kuumasuomutetussa muodossa (suomutettu vermikuliitti) kuohkeana irtonaisena eristysaineena, sidotussa muodossa laattoina tai levyinä
5 eristämistä varten ja tulelta suojaamiseksi, sekä maanviljelyssovellutuksiin. Delaminoitua vermikuliittia, jolla tarkoitetaan vermikuliittia, joka on delaminoitava kemiallisella käsittelyllä, mitä seuraa paisuttaminen vedessä ja rouhiminen tai jauhaminen, on ehdotettu käytettäväksi levy-
10 mäisten aineiden tai paperien valmistuksessa, päällystysaineena alustoille ja kovien epäorgaanisten vaahdotustuotteiden valmistukseen eristys- ja tuleltasuojatarkoituksiin. Delaminoitua vermikuliitti-vaahtoa ja sen käyttöä on kuvattu esimerkiksi hakijan US-patentissa nro 4 130 687. Montmo-
15 rilloniittia käytetään laajasti teollisuudessa täyteaineena papereille, liimoille ja maaleille. Sepioliittia käytetään runsaasti keramiikkateollisuudessa.

Kaoliniitista tehdyt kovat ainekset, esim. fajansi, posliini ja tulenkestävät aineet, ovat tiheitä, hauraita
20 aineita, jotka on valmistettu menetelmillä, joihin liittyy poltto- tai sintrausvaihe. Vaikka kaoliniitti itse on huono lämmönjohtaja, ei siitä tähän asti valmistetuilla suuren tiheyden omaavilla aineilla ole hyviä eristysominaisuuksia. Johtuen niiden suuresta tiheydestä (ja siten
25 painavuudesta), hauraudesta ja poikkeutuksettomista eristysominaisuuksista kaoliinia sisältävistä savista tehtyjä tuotteita ei käytetä merkittävässä määrässä lämmöneristys- tai tuleltasuojatarkoituksiin. Kuumasuomutetusta vermikuliitista valmistetut kovat aineet pyrkivät olemaan tiheitä
30 (raskaita), pikemminkin kuin hauraita aineita ja samalla kun niitä käytetään teollisuudessa teräsrakenteiden tulelta suojaamiseen niitä ei käytetä runsaasti eristysaineina. Kovat vaahtoaineet, jotka on tehty delaminoidusta (vastakohtana kuumasuomutetulle) vermikuliitista, ovat painoltaan keveitä
35 ja niillä on hyvät palosuojaus- ja eristysominaisuudet, mutta

niitä on vaikea tehdä suurikokoisiksi. Koska tällaiset tuotteet pyrkivät halkeilemaan ja muuttamaan muotoaan voimakkaasti kuivattaessa, niitä on vaikea tuottaa laattoina tai levyinä, joiden leveys on yli noin 30 cm ja paksuus yli 3 cm.

5 Keksintö koskee eristysaineena tai tulensuoja-aineena käytettävää jäykkää epäorgaanista vaahtotuotetta, joka käsittää yhden tai useamman, kerrosrakenteen omaavan mineraalin. Vaahtotuotteelle on tunnusomaista, että se muodostuu vaahto-osasista, jolloin jokaisella osasella on solumainen rakenne.

10 Keksintö koskee myös menetelmää edellä kuvatun vaahtotuotteen valmistamiseksi, jolloin yhden tai useamman kerrosmineraalin suspensio nestemäisessä pinta-aktiivisen aineen sisältävässä väliaineessa vaahtotetaan niin, että muodostuu stabiili, märkä vaahto. Menetelmälle on tunnusomaista, että 15 märkä vaahto jaetaan pisaroiksi tai kuitumaisiksi puristetuksi säikeiksi, ainakin osa nestemäisestä väliaineesta poistetaan pisaroista vaahto-osasten muodostamiseksi ja osasista muodostetaan vaahtotuote, jolloin kuitumaiset, puristetut säikeet 20 kuivaamisen jälkeen hajotetaan osasten saamiseksi.

 Keksintö koskee lisäksi vaahtotuotteen valmistuksessa käytettävää ainetta, joka on jäykkien, epäorgaanisten vaahtoosasten muodossa, ja jolle on tunnusomaista, että se käsittää yhden tai useamman, kerrosrakenteen omaavan mineraalin.

25 Esillä olevan keksinnön mukaisesti saadaan vaahtotuote, jolla on sekä pieni paino että hyvät lämmöneristys- ja palosuojelumuinaisuudet ja joka voidaan helposti valmistaa suurikokoisen laatan tai levyn muotoon, jonka koko on esimerkiksi jopa 3 m x 1 m x 10 cm.

30 Vaahtotuotteen tiheys on edullisesti alle 0,4 g/ml ja vielä edullisemmin alle 0,2 g/ml.

 "Osasilla" tarkoitetaan vaahto-pallosia, -kappaleita tai pieniä vaahtokokkareita, joilla on pääasiallisesti yhtenäinen solurakenne, jossa solujen seinät rakentuvat kerrosmineraalin (mineraalien) osasista, vaikkakaan tätä termiä ei 35 ole tarkoitettu millään tavalla viittaamaan vaahto-osasten

nimenomaiseen kokoon, muotoon tai konfiguraatioon. Ylensä nämä osaset ovat sylinterimäisiä tai pääasiallisesti pallomaisia vaahto-osasia, joiden suurin dimensio on alle noin 5 mm, esimerkiksi 0,5 - 5 mm.

5 Kuten jäljempänä täydellisemmin selostetaan, valmistetaan näitä epäorgaanisia vaahdotustuotteita kokoamalla solurakenteisia osasia halutuiksi tuotemuodoiksi, kuten laatoiksi tai levyiksi, niin että näillä tuotteilla on pääasiallisesti solumainen rakenne, vaikkakaan todellinen solurakenne
10 ei ole yhtenäinen läpi koko tuotteen. Termi "jäykkä epäorgaaninen vaahdotustuote" käsittää sellaisia tuotteita, joissa solurakenne ei todellisuudessa ole jatkuva. Siten esimerkiksi tämä termi käsittää tuotteita, joissa osaset on sidottu yhteen sideaineen tai keskinäisen vetovoiman avulla ja
15 tuoterakenteessa on onteloita osasten välissä.

Keksinnön mukaisen vaahtotuotteen tiheys on normaalisti pienempi kuin 0,25 g/ml ja se voi olla niinkin pieni kuin 0,06 g/ml. Tyypillisesti näiden tuotteiden tiheys on 0,08 g/ml - 0,15 g/ml.

20 Käsitteellä "jäykkä vaahto" tarkoitetaan ainetta, jolla on ehyt rakenne, joka on kaasun kaksi-faasi-dispersio kiinteässä matriisissa, jolla on pääasiallisesti yhtenäinen solurakenne, ja käsitteellä "jäykkä epäorgaaninen vaahto" tarkoitetaan jäykkää vaahtoa, joka koostuu pääasiallisesti epäorgaanisesta aineksesta, vaikkakin kerrosmineraali voi sisältää
25 pieniä määriä orgaanisia aineita epäpuhtautena (mineraaleissa) tai harkitusti lisättynä (esimerkiksi orgaaninen pinta-aine, jota käytetään vaahton valmistuksessa, kuten jäljempänä selostetaan). Jäykkä epäorgaaninen vaahtotuote voi sisältää esimerkiksi jopa 20 % orgaanista materiaalia lisättynä esimerkiksi
30 sideaineena osasten yhdistämiseksi itsekantavaksi rakenteeksi.

Käsitteellä "stabiili märkä vaahto" tarkoitetaan kaasutettua suspensiota, joka ei luhistu kokoon seistessään tai kun siitä poistetaan nestettä, ja erityisesti, joka seistytään
35 ei lyhistu (vaahton korkeudessa ei olennaista alenemista) 10 minuutin aikana. Kuten jäljempänä on yksityiskohtaisemmin se-

lostettu, riippuu kaasutetun suspension pysyvyys pääasialli-
sesti sen muodostamiseen käytetystä nimenomaisesta pinta-ak-
tiivisesta aineesta, ja on havaittu, että samalla kun jotkut
pinta-aktiiviset aineet, esimerkiksi rasva-amiinit ja sapo-
5 niini, tekevät mahdolliseksi vaahdon tuottamisen, syntynyt
vaahto ei ole pysyvä ja luhistuu muutamassa minuutissa;
tällaisen pysymättömän kaasutetun suspension valmistaminen ei
kuulu tämän keksinnön piiriin.

Kuten edellä mainittiin jäykkiä vaahtoja valmistetaan
10 menetelmällä, joka käsittää yhden tai useamman kerrosmineraa-
lin suspension kaasuttamisen ja nestemäisen väliaineen pois-
tamisen syntyneestä vaahdosta. Kun vaahto tuotetaan palas-
ten muodossa, kaasutettu suspensio voidaan jakaa pisaroiksi
tai märiksi osasiksi ennen nesteväliaineen poistamista. Kaa-
15 sutetun suspension tai vaahdon jakaminen osasiksi tai märiksi
pisaroiksi voidaan suorittaa monilla eri tavoilla, esimerkiksi
suihkuttamalla vaahtoa suuttimen tai muun aukon läpi, purista-
malla vaahto aukkojen läpi tai jollakin muulla tunnetulla me-
netelmällä suspensioiden jakamiseksi pisaroiden tai osasten
20 muotoon. Märät osaset tai pisarat tulisi ainakin osaksi kuiva-
ta ennen kuin ne yhdistetään uudelleen. Kuivia tai osittain
kuivia osasia voidaan edelleen kuivata kuumentamalla niitä olo-
suhteissa, joissa niitä estetään yhdistymästä, esimerkiksi yk-
sinkertaisissa kerroksissa tai sekoitetuissa patjoissa, kuten
25 leijupatjassa. Osasia voidaan muodostaa myös muovaamalla vaahtoa
kuitumaisiksi paloiksi, kuivaamalla ne ja leikkaamalla kui-
va tai osittain kuivattu aines.

Keksinnön mukaisella menetelmällä tuotettujen jäykkien
vaahtojen tiheyttä voidaan vaihdella monilla eri tavoilla, esi-
30 merkiksi yhdistämällä eri määriä kaasua suspensioon, käyttämäl-
lä paisutusaineita ja vaihtelemalla suspension kuiva-ainepitoi-
suutta. Suspension kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa suspension
viskositeettiin samoin kuin myös käytetyt pinta-aktiiviset
aineet tekevät, sekä lämpötila, mutta yleensä suspension kui-
35 va-ainepitoisuuden lisäämisestä on seurauksena suspensiosta

tuotetun vaahdon tiheyden kasvaminen. Tyypillisesti suspension kuiva-ainepitoisuus on väliltä 10 % - 60 paino-% suspensiosta, edullisesti 20-40 paino-%. Höytälöitymisen estoainetta, esimerkiksi natriumtripolyfosfaattia, voidaan lisätä suuren kuiva-ainepitoisuuden omaavien suspensioiden tuottamisen mahdollistamiseksi.

Kerrosmineraalin suspensio on tavallisesti vesipitoinen ja erityisesti se on kerrosmineraali-osasten suspensio tai dispersio vedessä, edullisesti tislatussa tai deionisoidussa vedessä. Kerrosmineraaleja voidaan yleensä helposti suspendoida tai dispergoida veteen suspensioiden muodostamiseksi, joilla on kolloidisia ominaisuuksia. Suspension nesteväliaine voi haluttaessa olla veden ja veden kanssa sekoittuvan liuottimen, kuten alkoholin, seos. Jos halutaan voi neste kuitenkin olla orgaaninen neste. Muutettaessa suspensio vaahdoksi ja senjälkeen jäykkään muotoon, on tarpeen lisätä suspensioon jotakin pinta-aktiivista ainetta ja tämä aine lisätään normaalisti veteen ennen suspension muodostamista tai sen aikana. On selvää, että kerrosmineraalin vermikuliitti ollessa kysymyksessä, mineraalin delaminoituminen tapahtuu pinta-aktiivisessa aineessa, jota on lisätty delaminoituun ainekseen eikä erillistä ainetta tarvita. Pinta-aktiivisen aineen lisäksi voidaan suspensioon lisätä muita aineita, kuten täyteaineita, puristuslujuutta lisääviä aineita, vedenkestävyyttä lisääviä aineita ja höytälöitymistä estäviä aineita ennen suspension valmistamista tai sen aikana tai jälkeen.

Voidaan käyttää mitä tahansa pinta-aktiivista ainetta, joka kaasutettaessa suspensiota antaa määrän vaahdon tai kuohun, joka on pysyvä, millä tarkoitetaan, että se ei luhistu seistessään ainakin 10 minuutin ajan tai poistettaessa nesteväliaine siitä. Käytetään anionisia, ei-ionisia tai kationisia pinta-aktiivisia aineita, edellyttäen, että ne antavat pysyvän vaahdon. Jonkun pinta-aktiivisen aineen sopivuus käytettäväksi menetelmässä voidaan siten helposti

määrittää yksinkertaisella kokeella, joka käsittää ainoastaan sen määrittämisen, tekeekö aine mahdolliseksi muodostaa märän vaahdon tai kuohun suspensiosta, jonka kuiva-ainepitoisuus on noin 30 %, ja jos näin, onko
5 vaaho pysyvä. Ohjeena mainittakoon, että märkävaaho tai kuoho, joka seistessään ei luhistu (esim. vaahdon korkeudessa ei havaita olennaista alentumista) 10 minuutin aikana, edullisesti 1 tunnin aikana, on yleensä sopiva kuivattavaksi antamaan keksinnön mukaisen jäykän vaahdon.
10 Testaustarkoituksessa voidaan testattavaa pinta-aktiivista ainetta käyttää missä tahansa halutussa määrässä tai eri väkevyyksissä, edellyttäen, että se ei höytälöi vaahtoa; yleensä suuri määrä ainetta, esimerkiksi 2 paino-% liuoksesta, antaa alkutestissä osoituksen siitä, onko
15 aine lisätestauksen arvoinen.

Pinta-aktiiviset aineet, joita voidaan käyttää pienissä väkevyyksissä, ovat edullisia, vaikkakaan tämä ei ole ratkaisevaa. On havaittu, että pinta-aktiivinen aine, joka antaa pysyvän vaahdon yhden kerrosmineraalin suspensiosta, ei anna pysyvyydeltään samanvertaista vaahtoa
20 jonkun toisen mineraalin tai sekoitettujen mineraalien, kuten kaoliniitin ja delaminoidun vermikuliitin seoksen, suspensiosta. Samoin, pinta-aktiivinen aine, joka ei anna pysyvää vaahtoa yhden kerrosmineraalin suspensiosta, saattaa siitä huolimatta antaa pysyvän vaahdon jonkun toisen
25 kerrosmineraalin tai sekamineraalien suspensiosta. Esimerkiksi pinta-aktiivinen aine n-butyyl ammoniumkloridi ei anna erityisen pysyvää vaahtoa pelkästään kaoliniitin suspensiosta, mutta antaa pysyvän vaahdon delaminoidun vermikuliitin tai kaoliniitin ja delaminoidun vermikuliitin
30 50:50-seoksen suspensiosta. Tämä täytyy pitää mielessä testattaessa jonkun pinta-aktiivisen aineen sopivuutta, ts. testi tulisi edullisesti suorittaa käyttäen todellista suspensiota, joka halutaan kaasuttaa ja myöhemmin kuivata kovaksi vaahdoksi.
35

Pinta-aktiivisen aineen suhteen on havaittu myös, että ne pinta-aktiiviset aineet, jotka helpoimmin antavat vaahdon tai kuohun, eivät välttämättä anna pysyvintä vaahtoa. Itseasiassa on havaittu, että yleensä pinta-aktiiviset aineet, jotka antavat vaahdon jonkunverran vaikeasti (esim. suspension pitkäaikaisen vatkaamisen jälkeen) pyrkivät antamaan pysyvämpiä vaahtoja. Helppous, jolla joku pinta-aktiivinen aine tekee mahdolliseksi vaahdon syntymisen, ei kuitenkaan ole vakuuttava todista ko, aineen sopivuudesta käytettäväksi tämän keksinnön menetelmässä, ja on selvää, että keksintö ei rajoitu aineisiin, joilla on vähäiset vaahtoamisominaisuudet.

Pinta-aktiivisen aineen käytetty määrä vaihtelee laajoissa rajoissa riippuen esimerkiksi suspension kuiva-ainepitoisuudesta, nimenomaisesti kerrosmineraalista ja pinta-aktiivisesta aineesta, käytetystä nimenomaisesta kaasutusmenetelmästä ja kaasutuslämpötilasta. Ohjeeksi mainittakoon, että pinta-aktiivisen aineen määrä on tyypillisesti väliltä 0,1 % - 5 paino-% laskettuna kaasutettavassa suspensiossa olevan kerrosmineraalin painosta. Koska pinta-aktiivinen aine jää jäykkään vaahtoon nesteen poistamisen jälkeen vaahdosta ja sen läsnäolo jäykässä vaahdossa on ei-toivottava, pidetään parempana käyttää pinta-aktiivisen aineen pienintä mahdollista määrää, joka on yhdenmukaisen pysyvän vaahdon, joka ei luhistu nestettä siitä poistettaessa, valmistuksen kanssa.

Suspension kaasuttaminen voidaan suorittaa useilla eri tavoilla, esimerkiksi vapauttamalla kaasua tai höyryä suspensiossa tai tartuttamalla mekaanisesti kaasua suspensioon sekoittamalla suspensiota nopeasti. Kaasuna käytetään normaalisti kaasua, joka on inertti (vesipitoisen) suspension suhteen, kuten ilmaa, typpeä, hiilidioksidia, jotakin hiilivetyä tai hiilikloorifluoria. Kaasua voidaan mekaanisesti tartuttaa suspensioon esimerkiksi nopeasti kirnuamalla, vispilöimällä tai vatkaamalla suspensiota.

Kaasun tai höyryn vapautumiseen suspensiossa päästään kuumentamalla suspensiota, edullisesti nopeasti, kaasuuntuneen nestemäisen väliaineen kuplien vapauttamiseksi (höyryä, kun nestemäinen väliaine on vesipitoinen) tai höyrykuplien vapauttamiseksi jostakin aineesta (paisutusaineesta), joka on harkitusti lisätty suspensioon höyrynlähteeksi vaahdon kaasuttamiseksi. Paisutusaine voi olla esimerkiksi hiilivety, hiilikloori, hiilifluori, hiilikloorifluori tai joku hiilidioksidin lähde. Suspensio voidaan kaasuttaa altistamalla se sähkömagneettiselle säteilylle, jonka taajuus on väliltä 10^4Hz - 10^{12}Hz .

Suspension valmistaminen ja sen kaasuttaminen tapauksissa, joissa kaasutukseen ei liity kuumennusvaihetta, voidaan edullisesti suorittaa huoneen lämpötilassa, vaikkakin haluttaessa voidaan käyttää korkeampia tai alempia lämpötiloja.

Nesteväliaineen poistaminen kaasutetusta suspensios-
ta tapahtuu normaalisti pääasiallisesti haihduttamalla, mikä aikaansaadaan kuumentamalla kaasutettua suspensiota. Nesteenpoistonopeutta vaahdosta voidaan säätää esimerkiksi säätämällä vaahdon lämpötilaa tai käyttämällä kuivausastiaa, jossa on laitteet kosteuden valvomiseksi, niin että vältetään vaahdon liian nopea kuivuminen, mikä johtaa vaahdon halkeiluun tai käyristymiseen. Jos halutaan, voidaan määrän vaahdon antaa seistä huoneen lämpötilassa pidemmän ajan, esimerkiksi useita päiviä, niin että vaah-
to voi täysin kuivua ja saavuttaa jäykän rakenteen. Normaalisti vaahtoa kumminkin kuumennetaan muovaamisen jälkeen lämpötiloissa noin 90°C :seen asti nesteväliaineen poistamiseksi. Kuivausolosuhteiden säätäminen laattojen tai levyjen valmistuksessa suulakepuristamalla suoraan kaasutettua suspensiota ja kuivauksessa, voi olla tärkeätä, mutta se on vähemmän tärkeä valmistettaessa palasia, jolloin nopea kuivaaminen on mahdollista esimerkiksi lämpötiloissa 200°C :seen asti tai jopa korkeammalla.

Jäykät epäorgaaniset kerrosmineraali-vaahdot pyrkivät olemaan pehmeitä ja niillä on alhainen puristuslujuus. Riippuen nimenomaisesta kerrosmineraalista voidaan vaah-
tojen lujuutta parantaa lisäämällä niihin puristuslujuut-
5 ta parantavaa ainetta ja/tai kuumentamalla kuivaa vaah-
toa sen sintraamiseksi. Vermikuliitti-liuskojen (delami-
noidun vermikuliitin) lisäämisestä sekamineraali-vaahtoon,
esim. lisäämällä suspensioon ennen kaasuttamista, on yleen-
sä seurauksena vaahdon puristuslujuuden kasvu. Lukuunotta-
10 matta kokonaan vermikuliitti-vaahtoja saadaan lujia vaah-
toja sintraamalla kuiva, jäykkä vaahdot, joka on saatu kui-
vaamalla kaasutettu suspensio, esimerkiksi kuumentamalla
kuivaa vaahdot lämpötilassa 1000°C:seen asti tai jopa
korkeammalla. Vaahdon sintrautumisesta on seurauksena vaah-
15 don tiheytyminen, mutta sintrattu vaahdot säilyttää solu-
rakenteen ja pysyy keveänä aineena. Vermikuliitin ja mui-
den mineraalien seosten vaahtojen sintraamisesta seuraa
vaahtojen tiheyden kasvaminen tai alentuminen tai hyvin
pieni muutos, riippuen vermikuliitin osuudesta vaahdossa
20 ja aineen painosta, joka häviää kuumennettaessa vaahdot
sintrauslämpötiloissa.

Sintratut kerrosmineraalivaahdot luetaan tämän kek-
sinnön piiriin kuuluviksi samoin kuin menetelmä niiden
valmistamiseksi.

25 Sintraamattomilla kovilla kerrosmineraali-vaahdoilla
on vähäinen kestävyys pilaantumista vastaan nestemäisen
veden vaikutuksesta ja on edullista saattaa vaahdot kä-
siteltäviksi niiden vedenkestävyyden parantamiseksi. Vaah-
dot voidaan tehdä vedenkestäviksi esimerkiksi lisäämällä
30 niihin silikonipolymeeri-prekursoria ja aikaansaamalla
senjälkeen vaahdon sisälle happamet olosuhteet, joissa
tapahtuu prekursorin polymeroituminen, jolloin vaahdot
muodostuu silikonipolymeeri. Esimerkiksi natriummetyyli-
silikonaattia voidaan lisätä kaoliniitin vesipitoiseen
35 suspensioon ennen suspension kaasuttamista tai sen aikana

ja syntynyttä vaahtoa, sen vielä ollessa märkä, voidaan käsitellä happamalla kaasulla, kuten hiilidioksidi-kaasulla, happamien olosuhteiden aikaansaamiseksi, jotka ovat tarpeen silikonaatin polymeroimista varten silikonipolymeriksi. Sensijaan, että vaahtoa käsitellään happamalla kaasulla jäykän vaahdon kuivaamisen aikana vaahdonvalmistusprosessissa, vaahto voidaan täysin kuivata ja senjälkeen kostuttaa vedellä haluttuun määrään. Jos halutaan, voidaan harkitun käsittelyn asemesta happamalla kaasulla märän vaahdon antaa seistä ilmassa pidemmän ajan, jolloin ilman hiilidioksidi absorboituu antamaan vaahtoon tarvittavat happamet olosuhteet. Sintratut vaahdot, joissa ennen sintrausta lisätty silikonipolymeeri tuhoutuisi, voidaan tehdä vedenpitäviksi silikonipolymeerillä sintrauksen jälkeen.

Kerrosmineraalien suhteelliset osuudet sekamineraalien suspensiossa ja siten syntyvässä jäykässä vaahdossa voivat vaihdella laajoissa rajoissa, riippuen esimerkiksi jäykälle vaahdolle vaadittavasta puristuslujuudesta ja lämmöneristysominaisuuksista. Vaahdot voivat sisältää esimerkiksi kaoliniittiä tai kaoliinia sisältävää savea ja vermikuliittia suhteellisina paino-osuuksina väliltä 90:10 - 10:90. Yleensä vermikuliitti-liuskojen suhteellisen osuuden suurentamisesta jäykässä vaahdossa on seurauksena kovan vaahdon puristuslujuuden lisääntyminen, mutta myös pieneneminen jäykän vaahdon lämmöneristyskerrotoimessa (K-arvossa).

Vermikuliitti-liuskoista koostuvia solurakenteisia vaahtoja ja niiden valmistusta kaasuttamalla vermikuliitti-liuskojen suspensiota vaahdon muodostamiseksi, suulakepuristamalla vaahto ja poistamalla nesteväliaine vaahdosta on kuvattu käsittelynalaisessa UK-patenttihakemuksessa nro 14764/76 ja vastaavassa US-patentissa nro 4 130 687, jossa myös vermikuliitti-liuskojen suspensioiden valmistus on selostettu.

Tämän keksinnön delaminoitua vermikuliittia sisältäviä jäykkiä sekamineraali-vaahtoja saadaan mukavasti vermikuliitti-liuskojen suspensiosta lisäämällä suspensioon jotakin muuta kerrosmineraalia ennen sen kaasuttamista.

- 5 Kuten US-patentissa nro 4 130 687 on selostettu, sisältää vermikuliitti-liuskojen suspensio tavallisesti jotakin pinta-aktiivista ainetta, kuten n-butyylimmoniumkloridia, jota käytetään suspension valmistuksessa niin, että toisen kerrosmineraalin lisääminen suspensioon antaa sekä
10 suspension että pinta-aktiivisen aineen, joka on tarpeen jäykkien vaahtojen valmistamiseksi, kuten tässä on selostettu.

- Edullisesti vermikuliittia sisältävät sekamineraali-vaahdot sisältävät aineen pelkästään vermikuliitti-liuskoista koostuvien jäykkien vaahtojen puristuslujuuden ja vedenkestävyyden parantamiseksi. Vermikuliitti-vaahtojen puristuslujuuden ja vedenkestävyyden lisäämistä lisäämällä puristuslujuutta lisäävää ainetta, joka on kiinteä osainen aine, joka antaa emäksisen reaktion veden kanssa,
20 on kuvattu käsittelynalaisessa patenttihakemuksessa nro 33723/78 ja vastaavassa eurooppalaisessa patenttihakemuksessa nro 79 301 577.7. Kuten käsittelynalaisessa patenttihakemuksessa selostetaan, on edullinen puristuslujuutta ja vedenkestävyyttä parantava aine hiukkasmainen magnesium-
25 oksidi ja on edullista lisätä hiukkasmaista magnesiumoksidia tämän keksinnön sekamineraali-vaahtoihin (jotka sisältävät vermikuliittia). Kuten edellä selostettiin voidaan sekamineraali-vaahtojen puristuslujuutta vaihtoehtoisesti parantaa sintraamalla vahto.

- 30 Suspensioita, jotka sisältävät pinta-aktiivisen aineen, jota käytetään keksinnön jäykkien seka-kerrosmineraali-vaahtojen muodostamiseksi, aikaansaadaan tämän keksinnön vielä erään muodon mukaisesti, joka käsittää seka-kerrosmineraalien seuraavat suspensiot:

i) Vermikuliitti-liuskojen ja yhden tai useamman muun kerrosmineraalin suspensio nesteväliaineessa, joka sisältää pinta-aktiivisen aineen,

5 ii) vermikuliitti-liuskojen yhden tai useamman muun kerrosmineraalin ja puristuslujuutta ja vedenkestävyyttä parantavan aineen, esim. magnesiumoksidin suspensio nesteväliaineessa, joka sisältää pinta-aktiivisen aineen,

10 iii) suspensio kuten (i) tai (ii) edellä, joka lisäksi sisältää höytälöitymistä estävän aineen, esimerkiksi tripolyfosfaattia, ja

iv) kahden tai useamman kerrosmineraalin suspensio nesteväliaineessa, joka sisältää pinta-aktiivisen aineen.

15 Edullisesti nesteväliaine jokaisessa suspensiossa on vesipitoinen ja erityisesti se on vesi. Edullisesti myös jokaisessa seka-kerrosmineraalien suspensioista yksi kerrosmineraaleista on kaoliniitti.

Jokainen edellä mainituista suspensioista (i)-(iv) voidaan kuivata samoin kuin samanlaiset pinta-aktiivisia aineita sisältämättömät suspensiot esimerkiksi suihkukui-
20 vauksella antamaan vastaava vapaasti juokseva, kuiva jauhemainen aine ja tällaisia aineita valmistetaan myös keksinnön mukaisesti. Tällaiset kuivat jauhemaiset aineet voidaan helposti dispergoida uudelleen nesteväliaineeseen, erityisesti veteen, muodostamaan suspensio, joka on
25 sopiva muutettavaksi jäykäksi vaahdoksi tässä kuvatulla menetelmällä. Kuivien jauhemaisten, magnesiumoksidia sisältävien aineiden ollessa kysymyksessä on edullista kuivata magnesiumoksidia sisältämätön suspensio ja lisätä kuivaa magnesiumoksidia kuivattuun suspensioon. On selvää, että
30 keksinnön mukaisia kuivia jauheita voidaan valmistaa myös sekoittamalla vermikuliittiliuskoista koostuvaa kuivaa jauhetta toisen hienoksijauhetun kerrosmineraalin (valinnaisesti sekoitettuna natriumtripolyfosfaatin kanssa) ja valinnaisesti kuivan, jauhemaisen magnesiumoksidin kanssa.

35 Keksinnön mukaisesti valmistetut jäykät vaahdotetut tuotteet, tehtyinä joko kokonaan yhdestä kerrosmineraalista

tai sekamineraaleista, esimerkiksi kaoliniitista ja vermikuliitista, ovat lämmönkestäviä ja lämpöä eristäviä aineita, jotka ovat käyttökelpoisia laajaltai palosuoja- ja lämmöneristystarkoituksiin. Tuotteet voidaan valmistaa laatoiksi tai levyiksi käytettäväiksi myöhemmissä valmistusmenetelmissä, esimerkiksi laminaattien muodostamiseksi levyjen kanssa monista eri aineista, kuten puusta, vanereista, asbestista, kiilteestä, muoveista, vermikuliittilevystä (vaahdotettu tai tehty kuumasuomutetuista vermikuliitti-rakeista), lasikuituverkosta, joka on kyllästetty vermikuliitilla, ja polymeereistä. Tällaiset laminaatit ovat käyttökelpoisia koristeellisia rakennepaneeleja rakennusteollisuutta varten. Laattoja voidaan käyttää suoraan ilman laminointia johonkin toiseen aineeseen, esimerkiksi puu-, betoni- tai teräsrakenne-elementtien päällystämiseen antamaan tulelta suojaava estokerros ja lämmöneristyskerros elementtien ympärille, sekä kattolevyinä, vuorauslevyinä ja kattotiilinä.

Nämä jäykät vaahdot voidaan altistaa korkeille lämpötiloille, esimerkiksi 1000°C :seen saakka pitkiksi ajoiksi niiden hajoamatta, vaikkakin pitkäaikaisemmasta altistamisesta korkeille lämpötiloille on seurauksena tuotteiden haurastuminen. Jäykkien vaahtojen pinnan muottiin puristus niiden kuivaamisen aikana tai sen jälkeen antaa sileän pinnan, joka voidaan haluttaessa koristeveistää.

Näitä jäykkiä vaahtoja, jos halutaan, laminaatin muodossa jonkun muun aineen kanssa, voidaan käyttää paloovissa tai tultaestävissä väliseinissä. Osasten muodossa niitä voidaan käyttää kuohkeana täyteaineena kanavia, onteloita jne varten.

Vahto-osaset voidaan liimata yhteen haluttujen tuotteiden muodostamiseksi. Valikoimaa epäorgaanisia ja orgaanisia (mutta edullisesti epäorgaanisia) liima-aineita voidaan käyttää palojen yhteenliimaamiseen levyn valmistamiseksi laminaattien muodostamiseksi jäykästä vaahdosta tai

levyn käyttämiseksi päällysteenä tai verhouksena eri substraateille, kuten puu-, betoni- ja teräsrakenne-elementeille. Laattoja, joiden paksuus on 10 cm:iin asti tai enemmän, voidaan valmistaa liimaamalla yhteen kuivia vaah-
5 topalasia. Esimerkkejä käyttökelpoisista epäorgaanisista sideaineista ovat fosforihappo, fosfaattien ja silikaattien vesipitoiset liuokset, sementit ja kipsilaastit. Esimerkkejä käyttökelpoisista orgaanisista sideaineista ovat vinyyli- ja vinylideenipolymeerien ja -sekapolymeerien vesipitoiset emulsiot.
10

Vahto-osasia, erityisesti niitä, jotka koostuvat kokonaan tai osittain delaminoidusta vermikuliitista (vermikuliiitti-liuskoista) voidaan kuivapuristaa tuotteiksi, jotka ovat rakenteellisesti ehyitä, tarvitsematta käyttää
15 liimaa tai sideainetta. Edullisesti tuotteet, jotka on saatu kuivapuristamalla osasia, ovat laminaattien muodossa, jolloin palasista tehty tuote päällystetään esimerkiksi paperi- tai levykerroksilla tai kerrostetaan niiden väliin. Kun tuotteet muodostetaan kuivapuristamalla palasia on
20 edullista kustuttaa tai höyryttää palaset ennen niiden puristamista tuotteiksi.

Märkää vaahtoa (ts. kaasutettua suspensiota) ja suspensiota ennen kaasuttamista voidaan käyttää sideaineena liimattaessa yhteen jäykkiä vaahto-osasia. Käyttöä varten
25 liimana on edullista, että märkä vaahto tai suspensio koostuisi vermikuliiitti-liuskoista tai sisältäisi niitä ja edullisesti huomattavan osan vermikuliiitti-liuskoja, esimerkiksi vähintään 50 paino-% määrän vaahton tai suspension kokonaiskuiva-ainepitoisuudesta.

30 Keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesti fosfaatti-

ioneja tai silikaatti-ioneja sisältävää liuosta levitetään osasille ja saatuja märkeä osasia kuivataan samalla kun ne pidetään halutussa muodossa.

5 Fosfaatti-ioneja sisältävä liuos voi olla fosforihappo tai fosfaattisuolan liuos. Käytetään orgaanisia ja epäorgaanisia fosfaatteja, kuten kompleksifosfaatteja, vaikkakin, koska tällä menetelmällä valmistettu muovattu tuote on edullisesti kokonaan tai ainakin pääasiallisesti epäorgaaninen, pidetään parempana käyttää epäorgaanisia fosfaatteja tai jotakin fosforihappoa. Edullinen fosfaatti-ioneja sisältävä liuos on ortofosforihappo. Natriumsilikaatti-liuos on edullinen silikaatti-ioneja sisältävä liuos.

10 Toteutettaessa keksinnön mukaista menetelmää vaahto-osasia kootaan halutun tuotteen muotoon, esimerkiksi laataksi tai levyksi, ja niiden ollessa tässä muodossa ne kuivataan fosfaatti- tai silikaatti-ioneja sisältävän liuoksen läsnäollessa, niin että kuivaamisen jälkeen osaset ovat liimautuneet yhteen ja niistä muodostettu muovattu tuote on rakenteellisesti ehyt. Liuos voidaan levittää yksittäisille osasille ennen niiden kokoamista halutuksi muodoksi tai liuos voidaan levittää koottuihin osasiin samalla pitäen ne halutussa konfiguraatiossa muovatun tuotteen valmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti liuos voidaan levittää osasille fosforihappo-, fosfaattisuola- tai silikaatti-kuivapäälysteenä ja kostuttamalla päällystetyt osaset sen jälkeen fosfaatti- tai silikaatti-ioneja sisältävän liuoksen aikaansaamiseksi.

20 On edullista levittää liuos yksittäisille osasille ennen niiden kokoamista haluttuun muotoon. Eriyisen edullista on valmistaa osasia, joiden päällä on fosforihappo-, fosfaattisuola- tai silikaatti-kuivapäälystys ja joita voidaan helposti varastoida ja kuljettaa ja jotka muovattujen tuotteiden valmistaja voi yksinkertaisesti kastella ennen tai jälkeen osasten kokoamista halutuiksi muovatuiksi tuotteiksi. Tavallisesti on käytännössä mukavam-

paa kostuttaa yksittäiset osaset ennen kokoamista ha-
luttuihin muotoihin kuin ksotuttaa osaset kokoamisen
jälkeen, ja on myös helpompaa tällä tavalla valvoa liuos-
määrää, joka levitetään yksittäisille osasille ja var-
5 mistaa liuoksen tasainen pitoisuus läpi koko osasten ryh-
män.

Kerrosmineraalivaahdon osasia, joiden päällä on
fosforihappo-, fosfaattisuola- tai silikaatti-kuivapääl-
lystys, voidaan helposti valmistaa levittämällä jotakin
10 fosforihappoa tai fosfaattisuolan tai silikaatin liuosta
osasille ja kuivaamalla ne haihduttamalla nesteväliaine
päällysteestä olosuhteissa, joissa palasten yhteenliimau-
tuminen vältetään; kuivien päällystettyjen osasten uudel-
leenkostuttaminen muodostaa uudelleen fosfaatti- tai si-
15 likaatti-ioneja sisältävän liuoksen osasille. Osasten
kuivaaminen voi tapahtua esimerkiksi leijupatja kuivauk-
sella.

Osasille levitettävän fosfaatti- tai silikaatti-
ioneja sisältävän liuoksen määrä ja ionien väkevyys liuok-
20 sessa voivat vaihdella laajoissa rajoissa, mutta vaikutta-
vat palasista muodostettujen muovattujen tuotteiden fysi-
kaalisiin ominaisuuksiin. Erityisesti levitetyn liuoksen
määrä ja liuoksen pitoisuus vaikuttavat muovattujen tuot-
teiden tiheyteen; yleensä osasille levitetyn nimenomaisen
25 liuoksen määrän lisäämisestä on seurauksena osasista teh-
tyjen muovattujen tuotteiden tiheyden kasvu ja samoin
ionien pitoisuuden lisäämisestä on seurauksena osasista
tehtyjen muovattujen tuotteiden tiheyden kasvu.

Toinen tuotteiden fysikaalinen ominaisuus, johon voi-
30 daan vaikuttaa osasille levitettävän liuoksen määrällä
ja väkevyydellä, ainakin fosfaatti-liuosten ollessa kysy-
myksessä, on tuotteiden lujuus. On havaittu, että fos-
faatti-ionien määrän (ainakin määrän palasten pinta-alu-
eella) lisääntyessä esiintyy osasista muodostetun tuot-

teen lujuudessa huippu ja että määrän lisääminen yli sen, joka antaa huipun, joko lisäämällä levitettävän liuoksen määrää tai liuoksen pitoisuutta, pyrkii alentamaan tuotteiden lujuutta.

- 5 Osasille levitettävän liuoksen määrä riippuu jonkin verran menetelmästä, jolla liuos levitetään, mutta jotakin nimenomaista levitysmenetelmää varten voidaan levitettävän liuoksen määrän ja liuosväkevyyden optimiyhdistelmä helposti määrittää yksinkertaisesti kokeilemalla.
- 10 Liuoksen levittäminen palasille voi tapahtua millä tahansa sopivalla menetelmällä, esimerkiksi kastamalla liuokseen, harja- tai telapääällystyksellä, mutta edullinen levitysmenetelmä on kuitenkin suihkuttaminen. Suihkuttamisella on se etu, että helpoimmin pystytään valvomaan osasille
- 15 levitettävän liuoksen määrää ja erikoisesti se tekee mahdolliseksi osasten pintapääällystämisen, niin että osasen rakenteeseen imeytyy pienin mahdollinen määrä liuosta. Kerosmineraali-vaahto-osasilla on yleensä huokoiset rakenteet, jotka helposti absorboivat nesteitä ja ellei toimenpitei-
- 20 siin sen välttämiseksi ryhdytä, kaikki osasille levitetty liuos tunkeutuu nopeasti rakenteen läpi osasten sisään. Tämä on tässä keksinnössä ei-toivottavaa osasista valmistettujen tuotteiden tiheyden ja tällaisten tuotteiden lämmönjohto-ominaisuuksien kannalta. Suihkutusmenetelmä,
- 25 joka toteutetaan valvotulla tavalla, vähimmäismäärän liuosta, joka on tarpeen osasten pintapääällystämiseksi, levittämiseksi, on sentähden edullinen.

- Sen lisäksi, että levitetään vähimmäismäärä liuosta, joka tarvitaan osasten pintapääällystämiseen, suositellaan
- 30 käytettäväksi melko laimeita fosforihapon tai fosfaatti- tai silikaattisuolan liuoksia siten jälleen osasille levitettävän fosforihapon, fosfaatin tai silikaatin määrän rajoittamiseksi. Käytetään edullisesti
- liuoksia, joiden väkevyys on väliltä 5 % - 20 paino-%, erityisesti liuoksia, joiden väkevyys on 7 % - 15 paino-%
- 35

erityisesti liuoksia, joiden väkevyys on 7 % - 15 paino-%. Keksinnön suoritusmuodossa, jossa kuivia, päällystettyjä osasia kostutetaan vedellä tuotteeksi muodostamista varten, lisätyn veden määrä on normaalisti noin 60-70 paino-% palasista.

Märkien osasten , joko yksittäisinä osasina tai koottuina muovatuiksi tuotteiksi, annetaan kuivua ympäristön (huoneen) lämpötilassa mutta yleensä niitä kuumennetaan kuivausnopeuden lisäämiseksi. Käytetty lämpötila ei ole ratkaiseva ja se voi olla haluttaessa moneen sataan Celsius-asteeseen asti. Yleensä märkiä osasia kuumennetaan suurinpiirtein poistettavan nesteen kiehumapisteessä, kun kuivataan määristä osasista tehtyjä muovattuja tuotteita, esimerkiksi noin 90-110°C:ssa, kun neste on vesi, mutta yksittäisten osasten kuivaamista varten saattaa olla eduksi käyttää korkeampia lämpötiloja, esimerkiksi 600°C:seen asti. Kuivien päällystettyjen osasten ja niistä tehtyjen kuivien muovattujen tuotteiden fysikaaliset ominaisuudet eivät näytä olevan riippuvaisia lämpötilasta, jota on käytetty päällystettyjen osasten tai muovattujen tuotteiden kuivaamiseen.

Menetelmä voidaan toteuttaa kaasuttamalla vermikuliitti-liuskojen suspensiota vaahdon muodostamiseksi ja poistamalla neste vaahdosta sellaisissa olosuhteissa, että saatu jäykkä vaahto on osasten muodossa tai tuotemuodossa, joka voidaan muuttaa osasiksi. Eräs esimerkki sopivasta tuotemuodosta muutettavaksi osasiksi leikkaamalla, esim. käyttämällä kaasusuihkua, on kuitumainen vaahtopurse, joka voidaan leikata osasiksi ennen kuivaamista tai kuivata ja sitten leikata osasiksi. Voidaan käyttää useita erilaisia suoria osastenmuodostusmenetelmiä, esimerkiksi suihkukuivausta, hihnapursotusta, jossa vaahto pakotetaan kulkemaan reikien läpi hihnassa kuitujen muodostamiseksi.

Vermikuliitin kemiallinen delaminointi suspensioiden, tavallisesti vesipitoisten suspensioiden, vermikuliitti-

liuskoista, jotka sopivat muutettaviksi jäykiksi vermikuliitti-vahto-osasiksi, on tunnettu; delaminoimis-
menetelmiä on kuvattu esimerkiksi GB-patenteissa
1 016 385; 1 076 786 ja 1 119 305; ja sitä ovat kuvanneet
5 Baumeister ja Hahn julkaisussa "Micron" 7 247 (1976).
Vahto-osasia, jotka on tehty suspensioista, jotka on
valmistettu jollakin tunnetuista menetelmistä, voidaan
käyttää tässä keksinnössä.

10 Vahto-osasten valmistuksessa on edullista käyttää
vermikuliittiliuskojen, jotka on märkälajiteltu kaikkien
50 mikronia, edullisesti 20 mikronia suurempien osasten,
poistamiseksi, suspensioita, jotka sisältävät suuren osan,
esimerkiksi 40 % - 60 paino-%, kooltaan alle 5 mikronin
liuskoja.

15 Keksinnön muovattujen tuotteiden lujuutta ja eri-
tyisesti niiden taivutuslujuutta voidaan parantaa lami-
noimalla liimatuista osasista tehty kerros pintakerrok-
sen kanssa, joka on taipuisaa arkkimaista ainetta, kuten
paperia (esim. voimapaperia tai vermikuliitti-paperia tai
20 lasikuituverkkoa, joka on kyllästetty vermikuliitilla) tai
metallinauhaa tai ohkolehteä. Tällainen päällyskerros
tai tällaisia päällyskerroksia voidaan panna päälle tavan-
omaisin laminoimismenetelmin, esimuodostettuihin vaahdo-
tettuihin tuotteisiin, mutta mukavuussyistä pintakerros
25 (kerrokset) pannaan päälle vaahdotuotteen valmistuksen ai-
kana. Siten voidaan esimerkiksi laattoja tai levyjä val-
mistaa panemalla märkiä fosfaatti- tai silikaatti-pääl-
lystettyjä palasia pinta-ainekerrosten väliin, puristamalla
lievästi tätä kokonaisuutta ja kuivaamalla osaset laminaa-
30 tin muodostamiseksi vahtosisuksesta yhtenäisten pintaker-
rosten kanssa.

Laatat (tai levyt), jotka koostuvat solumaiseen mat-
riisiin sidotuista jäykistä vahto-osasista, ovat tämän
keksinnön eräs muoto ja käsittävät seuraavia aineksia:

i) Yhdestä kerrosmineraalista tehtyjä vaahto-osasia solumaisessa matriisissa, joka koostuu samasta tai jostakin muusta kerrosmineraalista,

5 ii) eri kerrosmineraalien vaahto-osasten seoksia solumaisessa matriisissa, joka koostuu yhdestä tai useammasta kerrosmineraalista,

iii) kaoliniitti-vaahto-osasia solumaisessa matriisissa, joka on vermikuliittia,

10 iv) vermikuliitti-vaahto-osasia solumaisessa matriisissa, joka koostuu vermikuliitista tai kaoliniitista tai kummastakin,

v) kaoliniitti-vaahto-osasia solumaisessa matriisissa, joka on kaoliniittia ja

15 vi) kaoliniitti/vermikuliitti-vaahto-osasia solumaisessa matriisissa, joka koostuu vermikuliitista tai kaoliniitista tai kaoliniitin ja vermikuliitin seoksesta.

Tuotteiden, joissa on vaahto-osasia upotettuina solumaiseen matriisiin, valmistus käsittää esimuodostettujen osasten yhdistämisen kerrosmineraalin kaasutettuun suspensioon tai vaahtoon ja saadun osasilla täytetyn vaahdon kuivaamisen. Osaset voidaan yhdistää vaahtoon sekoittamalla niitä varovasti vaahtoon ja täytetty vaahto voidaan sitten muovata, esim. suulakepuristamalla haluttuun tuotemuotoon ja kuivata. Vaihtoehtoisesti osaset voidaan koota haluttuun muotoon, esimerkiksi muotissa ja sitten vaahto pakotetaan kootuille osasille käyttämällä painetta tai imeä osasiin käyttämällä imua, esim. tyhjömuovausmenetelmässä. Osasten puristaminen esimuovattuun vaahtokerrokseen levyjen tai laattojen muodostamiseksi on myös mahdollista, vaikkakin yleensä tällaisesta menetelmästä pyrkii olemaan seurauksena osasten ja/tai vaahdon luhistuminen, mikä johtaa tiiviimpään tuotteeseen, kuin mikä on saatavissa muilla menetelmillä. Käytetyn vaahdon määrä voi vaihdella laajoissa rajoissa mutta on tavallisesti juuri riittävä täydellisesti täyttämään

20
25
30
35

ontelot sullottujen osasten välissä, esimerkiksi suurinpiirtein yhtä suuri painomäärä vaahtoa kuivaamisen jälkeen laskettuna osasten painosta. Eräs keksinnön mukainen laattojen muoto käsittää vermikuliitin kuumasuomutettuja rakeita osasista tehdyssä matriisissa tai solumaisessa matriisissa, joka koostuu kaoliniitista tai kaoliniitin ja vermikuliitin seoksesta.

Keksintöä valaistaan seuraavin esimerkein.

Esimerkki 1

10 Seosta, jossa oli kaoliinisavea (60 g), deionisoitua vettä (240 ml) ja "Forafac" 1157-vaahdotusainetta (0,2 % kaoliinin painosta), vatkattiin 40 minuuttia Kenwood Chef-ruoanvatkaimessa. Forafac-vaahdotusaine on fluorikemiallinen pinta-aktiivinen aine, joka sisältää C_7F_{15} -ryhmän ja
15 amfoteerisen ryhmän ja sitä tuottaa UGINE Kuhlmann Company. Valmistettiin märkä vaahto tai kuohu, jonka tiheys oli 240 kg/m^3 .

Märkä vaahto pantiin muottiin ja annettiin seistä 24 tuntia, minkä jälkeen sitä kuumennettiin noin 60°C :ssa
20 ilmauunissa sen kuivaamiseksi. Saadun kuivan jäykän vaahdon tiheys oli 75 kg/m^3 . Vaahdon suoraviivaisen kutistumisen uunikuivauksen aikana havaittiin olevan 9 %.

Esimerkki 2

Kuiva, jäykkä vaahto, joka oli valmistettu kuten esimerkissä 1 kuvattiin, pantiin uuniin 600°C :seen ja lämpötila nostettiin 1150°C :seen. 30 minuutin jälkeen 1150°C :ssa vaahto poistettiin ja sen havaittiin olevan sintrautunut vaahto, jonka tiheys oli 90 kg/m^3 ja jonka puristuslujuus oli 200 KN/m^2 20 %:n puristuksella.

30 Esimerkki 3

Seosta, jossa oli kaoliinia (60 g), deionisoitua vettä (240 ml) ja "Empigen" BB-vaahdotusainetta (0,45 % kaoliinin painosta), vatkattiin Kenwood-ruoansekoittimessa 30 minuuttia. Vaahdotusainetta on saatavissa firmasta Albright
35 and Wilson ja se on amfoteerinen hiilivety-pinta-aktiivinen

aine, jossa on karboksyyli-ryhmiä. Valmistettiin märkä
vaahto tai kuohu, jonka tiheys oli 195 kg/m^3 . 24 tunnin
seisomisen ja kuivaamisen jälkeen 60°C :ssa kuten esimer-
kissä 1 selostettiin, antoi kuivan, jäykän vaahdon,
5 jonka tiheys oli 63 kg/m^3 .

Esimerkki 4

Seosta, jossa oli kaoliinia (100 g), deionisoitua vet-
tä (200 ml), natriumtripolyfosfaattia (0,1 g) höytälöity-
misenestoaineena ja "Forafac" 1157-vaahdotusainetta (0,1 %
10 kaoliinin painosta), vatkattiin Kenwood-ruoansekoittimessa
10 minuuttia, minkä jälkeen oli syntynyt pysyvä märkä vaah-
to tai kuohu. Kuohu kuivattiin kuten esimerkissä 1 selos-
tettiin antamaan kuiva, jäykkä vaahto, jonka tiheys oli
 200 kg/m^3 .

Esimerkki 5

Suspensiota (152 g), jossa oli delaminoitua vermi-
kuliittia (vermikuliitti-liuskoja) deionisoidussa vedessä
(21,9 %:n kuiva-ainepitoisuus), sekoitettiin deionisoidun
veden (125 g) kanssa Kenwood-ruoansekoittimessa käyttäen
20 metallilankasekoitinta. Natriumtripolyfosfaatti-höytälöity-
misenestoainetta (0,5 g) ja kaoliinia (33,3 g kevytlaatu-
ta kaoliinia, jota tuottaa BDH Chemicals) lisättiin ja se-
koitettiin suspensioon. Seosta vatkattiin suurimmalla no-
peudella noin 10 minuuttia kunnes syntynyt kuohu oli saa-
vuttanut maksimikorkeutensa, minkä jälkeen sekoitusnopeut-
25 ta pienennettiin ja lisättiin magnesiumoksidia (37 g ke-
vytlaatuista, jota toimittaa BDH Chemicals) ja sekoitet-
tiin kuohuun. Sekoitusnopeus nostettiin jälleen maksimiin
noin 1 minuutin ajaksi.

30 Syntynyt pysyvä märkä vaahto tai kuohu levitettiin
polyeteeni-kalvolla vuorattuun alumiini-kaukalo, jonka
mitat olivat 15 cm x 15 cm x 2,5 cm. Kuohun annettiin seis-
tä huoneen lämpötilassa noin 12 tuntia ja kuivattiin sit-
ten 80°C :ssa kuivausuunissa. Kuivan, jäykän vaahdon tiheys
35 oli 150 kg/m^3 ja sen puristuslujuus oli 445 KN/m^2 20 %:n
puristuksella.

Esimerkki 6

Valmistettiin kuiva, jäykkä vaahto kuten esimerkissä 5 selostettiin paitsi että käytettiin 70 g deionisoitua vettä 100 g:n asemesta. Valmistetun kuivan jäykän vaahdon tiheys oli 202 kg/m³ ja sen puristuslujuus oli 800 KN/m² 20 %:n puristuksella.

Esimerkki 7

Valmistettiin kuiva, jäykkä vaahto kuten esimerkissä 5 selostettiin, paitsi että käytettiin 67 g kaoliinia 33,3 g:n asemesta. Kuivan, jäykän vaahdon tiheys oli 215 kg/m³ ja sen puristuslujuus 20 %:n puristuksella oli 640 KN/m².

Esimerkki 8

Valmistettiin kuiva, kova vaahto kuten esimerkissä 5 kuvattiin, paitsi että käytettiin 100 g kaoliinia 33,3 g:n asemesta. Kuivan, jäykän vaahdon tiheys oli 302 kg/m³ ja sen puristuslujuus oli 587 KN/m² (20 %:n puristus).

Esimerkki 9

Valmistettiin kuiva, jäykkä vaahto kuten esimerkissä 5 kuvattiin, paitsi että kaoliinin paino oli 133,3 g 33,3 g:n asemesta. Vaahdon tiheys oli 375 kg/m³ ja sen puristuslujuus (20 %:n puristus) oli 943 KN/m².

Esimerkit 10-12

Seuraavissa esimerkeissä käytetyt vermikuliitti-osaset tehtiin seuraavalla yleisellä menetelmällä:

Osasen muodostus:

Vermikuliitti-liuskojen, jotka oli saatu paisuttamalla vermikuliittia käyttäen peräkkäisiä käsittelyjä läpivaluvalla suolaliuoksella, läpivaluvalla n-butyylIAMMONIUMKloridi-liuoksella ja vedellä, vesipitoista suspensiota jauhettiin ja se märkälajiteltiin poistamalla kaikki 50 mikronia suuremmat osaset. Suspensiota kaasutettiin kuumentamalla Oakes Mixer- tai Kenwood Food Mixer-laitteissa kuo-hun muodostamiseksi ja magnesiumoksidi-jauhetta (10 paino-% laskettuna vermikuliitista) lisättiin kaasutusvaiheen aikana.

Märkä vaahto karistettiin välittömästi rei'itetyille "Melinex"-hihnalle, jolloin kuohu meni hihnassa olevien reikien läpi ja muodosti "pallosia" hihnan alapuolelle. Pallosten annettiin kovettua ja osittain kuivaa 5 vaa muutamia minuutteja ennen niiden poistamista hihnasta raaputtamalla. Palloset kuivattiin sitten uunissa lautasilla antamaan kuivia, jäykkiä vaahto-osasia tuotteiksi valmistamista varten. Muuttamalla vermikuliitin pitoisuutta käytetyssä suspensiossa saatiin tiheydeltään erilaisia 10 vaahto-osasia. Osaset olivat karkeasti sylinterin muotoisia ja niiden keskimääräinen läpimitta oli 2-3 mm ja pituus 3-5 mm. Niillä oli yhtenäinen solurakenne.

Esimerkki 10

Vermikuliitti-vaahto-osasia (20 g), joiden tiheys 15 oli 112 kg/m^3 , sekoitettiin varovasti vesipitoisen liuoksen (66,5 g) kanssa, jossa oli väkevää fosforihappoa (5 g) deionoidussa vedessä. Näin kostutetut osaset levitettiin laakealle kuivauslautaselle ja kuivattiin uunissa 60°C :ssa 16 tuntia. Kaikki osasten muodostamat agglomeraatit rikottiin 20 käsin ja kaikki hieno pöly poistettiin seulomalla.

Kuivia, fosfaatilla päällystettyjä osasia (8 g) sekoitettiin perusteellisesti deionisoidun veden (16 g) kanssa ja kostutetut osaset puristettiin kevyesti kahteen sylinterimäiseen putkeen, jotka oli vuorattu "Melinex"-muovilla ja 25 joiden läpimitta oli 4,35 cm ja korkeus 2,0 cm, käyttäen veitsilastaa. Palaryhmän laakeita ylä- ja pohjapintoja tasoitettiin lastalla sileän pinnan aikaansaamiseksi ja putkia kuumennettiin uunissa 150°C :ssa 4 tuntia.

Putket poistettiin uunista ja vaahto-sylinterit poistettiin 30 putkista ja niiden puristuslujuudet (10 %:n puristus) määritettiin välittömästi käyttäen Houndsfield Tensometer-laitetta. Tuote sisälsi 20 paino-% painoa lisäävää fosfaatti-sideainetta ja sen tiheys (kahden näytteen keskiarvo) oli 206 kg/m^3 ja puristuslujuus $274,8 \text{ KN/m}^2$.

69828

Esimerkki 11

Valmistettiin tuotteita, kuten esimerkissä 1, paitsi että niissä oli 10 paino-% painoa lisäävää fosfaatti-sideainetta 20 %:n painon lisäysaineen asemesta; tähän 10 %:n kuormitukseen päästiin sekoittamalla 20 g vaahto-osasia liuoksen kanssa (62,5 g), jossa oli väkevöityä ortofosforihappoa (2,22 g) deionisoidussa vedessä. Tuotteen tiheys (kahden näytteen keskiarvo) oli 154 kg/m^3 ja puristuslujuus $126,4 \text{ KN/m}^2$.

Esimerkki 12

Vermikuliitti-vaahto-osasia (50 g), joiden tiheys oli 104 kg/m^3 , päällystettiin ortofosforihapolla käyttäen laboratoriomittakaavaista leijupatjakuivainta, (Model FBD/L72 firmasta PR Engineering Ltd). Osasten päällystämiseksi ne pantiin leijutettuun sylinterimäiseen patjaan, jonka korkeus oli 30 cm ja läpimitta 13 cm, pitäen ne leijupatjakuivurin yläpäässä ja kuumennettiin 140°C :ssa. 2,5 m ortofosforihappoa (12 ml) suihkutettiin leijutetuille palasille käyttäen "Delavan"-ilmasumutuslapposuutinta (malli 30610-1) syöttönopeudella $0,22 \text{ cm}^3/\text{s}$. Täten päästiin 2,5 paino-%:n osasten kuormitukseen ortofosforihapolla.

Kuivat, päällystetyt osaset (8 g) muodostettiin sylinterimäisiksi tuotteiksi ja testattiin kuten esimerkissä 1 on kuvattu. Viimeistellyjen tuotteiden tiheys (kahden näytteen keskiarvo) oli 127 kg/m^3 ja puristuslujuus 386 KN/m^2 .

Esimerkit 13-15

Kuivia, jäykkiä vaahtoja valmistettiin plastisesta savesta esimerkissä 1 yleisesti kuvatulla menetelmällä seuraavista plastisen saven suspensioista.

Esimerkki	Plastinen savi (g)	Vesi (cm^3)	Forafac (g)	Vatkausaika (min)
13	"Hymod"/AT (100 BSK/L(371))	200	2	20
14		200	2,4	20
15	"Hycast"/VC(100)	200	2	20

"Hymod"/AT on alkuperältään plastista Dorset-savea, jota tuottaa english China Clay.

"Hycast"VC on alkuperältään plastista Devon-savea, jota toimittaa English China Clay.

- 5 BSK/L on plastista savea North Devon'ista, jota toimittaa Watson Blake.

Käytettiin deionisoitua vettä ja "Forafac" 1157:ää.

- 10 Märät vaahdot muutettiin kuiviksi, jäykiksi vaahdoiksi kuten esimerkissä 1 selostettiin ja nämä kuivat vaahdot sintrattiin 1050°C:ssa kuten esimerkissä 2. Märkien ja kuivien vaahtojen ominaisuudet määritettiin ja ne on esitetty seuraavassa.

	Esimerkki	13	14	15
15	Ominaisuus:			
	Märkätiheys (kg/m ³)	245	198	196
	Kuivatiheys (kg/m ³)	124	99	98
	Sintrausaika (min)	5	5	5
	Tiheys sintrattuna (kg/m ³)	128	101	99
20	*) CS sintrattu vaahto (KN/m ³)	700	114	172
	*) CS 100 kg/m ³ :lla	420	114	150
	*) CS 200 kg/m ³ :lla	1340	-	630
	*) CS sintraamaton vaahto	40	-	10,8

25

*) CS = puristuslujuus KN/m²:ssa CS 100 kg/m³:lla ja 200 kg/m³:lla ovat vastaavasti vaahtojen, joiden tiheydet ovat 100 kg/m³ ja 200 kg/m³, puristuslujuudet.

- 30 Eräessä lisäkoesarjassa esimerkeissä 13, 14 ja 15 valmistetut märät vaahdot muutettiin kuiviksi, jäykiksi vaahdtopalasiksi edellä kuvatulla hihnapursotusmenetelmällä esimerkkien 10-12 vermikuliitti-vaahdtopalasten valmistamiseksi. Kussakin tapauksessa saatiin käsittelykelpoisia
- 35 solurakenteisia osasia.

Vielä eräässä lisäkoesarjassa märät vaahdot tehtiin solurakenteisiksi osasiksi suihkukuivurissa.

Osasia jokaisesta kuudesta kokeesta sintrattiin 1050°C:ssa ja jokaisessa tapauksessa osasten solurakenne
5 säilyi.

Esimerkki 16

Tulenkestävä saven (kaoliniitti/illiitin) liete vietiin 20 mikronin seulan läpi kaikkien suurien kvartsi-
10 osasten poistamiseksi ja 201 g seulottua lietettä (47 paino-% kuiva-ainetta) sekoitettiin 128 g:n kanssa deionisoitua vettä ja 2,4 g:n kanssa "Forafac" 1157 (0,63 paino-% laskettuna savesta). Saatua lietettä (30 % kuiva-ainetta) vatkattiin Kenwood Chef Food Mixer-sekoittimella noin 20 minuuttia pysyvän märän vaahdon muodostamiseksi.

15 Märän vaahdon näytteitä muutettiin suulakepuristetuksi, jäykäksi vaahdoksi esimerkin 1 menetelmällä ja vaahdot sintrattiin 1150°C:ssa kuten esimerkissä 2. Märän vaahdon tiheys oli 190 kg/m³ ja sintratun vaahdon tiheys oli 116 kg/m³ ja puristuslujuus 70 KN/m² (10 %:n puristuksella).
20 la).

Esimerkki 17

7,04 kg plastista savea EWVA, 12,9 kg deionisoitua vettä ja 169 ml "Forafac" 1157 (0,6 % savesta) sekoitettiin lietteen muodostamiseksi, jonka kuiva-ainepitoisuus oli
25 35 %. Lietettä vatkattiin Kenwood Chef Food-sekoittimella 20 minuuttia ja saatu pysyvä vaahto muutettiin vaahto-osasiksi tavallisessa suihkukuivurissa. Saatuja osasia sintrattiin 1150°C:ssa 5 minuuttia. Märän vaahdon tiheys oli 256 kg/m³ ja sintrattujen osasten tiheys oli 150 kg/m³.

Esimerkki 18

30 Sepioliittia (38 g) sekoitettiin deionisoidun veden (162 g) ja "Forafac" 1157 kanssa (0,06 g - 0,4 % savesta) Kenwood Chef Food Mixer-sekoittimessa 15 minuuttia pysyvän märän vaahdon muodostamiseksi. Märkä vaahto, jonka tiheys
35 oli 195 kg/m³, muutettiin solurakenteisiksi osasiksi esi-

merkeissä 10-12 kuvatulla hihnapursotusmenetelmällä. Osasia sintrattiin 1050°C:ssa 5 minuuttia ja sintrattujen osasten tiheys oli 58 kg/m³.

Esimerkki 19

- 5 18,9-%:sta delaminoidun vermikuliitin lietettä deionisoidussa vedessä (116 g) sekoitettiin deionisoidun veden (73 g) ja natriumtripolyfosfaatin (0,5 g) kanssa. Light Grade Kaolin-savea, ex BDH (67 g) lisättiin seokseen, jota sitten vatkattiin Kenwood Chef-sekoittimessa noin 15 minuuttia.
- 10 Light Grade Magnesium oxide-jauhetta, ex BDH (3,7 g) lisättiin ja seosta vatkattiin jauheen jakamiseksi. Märkä vaahdotettiin osasiksi esimerkkien 10-12 hihnapursotusmenetelmällä ja osasia sintrattiin 1500°C:ssa 10 minuuttia. Sintrattujen osasten tiheys oli 238 kg/m³.

Esimerkki 20

- 15 Montmorillonitiä (50 g) dispergoitiin deionisoituun veteen (338 g) ja dispersioon lisättiin 18,3-%:sta delaminoidun vermikuliitin lietettä (137 g), mitä seurasi "Forafac" 1157 (3 g). Seosta vatkattiin Kenwood Chef Mixer-sekoittimessa 1 tunti pysyvän märän vaahdon valmistamiseksi. Märkä
- 20 vaahdotettiin kuiviksi solurakenteisiksi osasiksi esimerkkien 10-12 hihnapursotusmenetelmällä. 90°C:ssa kuivat-
tujen osasten tiheys oli 108 kg/m³.

Esimerkki 21

- 25 Natriummontmorillonitiä (50 g - Wyoming bentoniitti) ja Kaolin-savea (50 g) sekoitettiin deionisoidun veden kanssa (450 g) Kenwood Chef Mixer-sekoittimessa kunnes montmorillonitti oli täysin dispergoitunut. Lisättiin "Forafac" 1157 (6 g) ja seosta vatkattiin 1 tunti maksiminopeudella pysy-
- 30 vän märän vaahdon aikaansaamiseksi. Kuivien vaahdotusosasten, jotka oli tehty märestä vaahdosta esimerkkien 10-12 hihnapursotusmenetelmällä ja sitten sintrattu 1050°C:ssa 10 minuuttia, tiheys oli 118 kg/m³.

Esimerkki 22

- 35 Natriummontmorillonitiä (Wyoming bentoniittiä - 50 g) ja deionoitua vettä (450 g) sekoitettiin Kenwood Chef Mixer-

sekoittimessa kunnes montmorilloniitti oli täydellisesti dispergoitunut. Lisättiin "Forafac" 1157 (6 g) ja seosta vatkattiin vispiläsekoittimella maksiminopeusasetuksella noin 1 tunti pysyvän määrän vaahdon aikaansaamiseksi. Osa-

5 sia tehtiin määrästä vaahdosta esimerkkien 10-12 hihnapurso-

tusmenetelmällä ja niitä sintrattiin 1000°C:ssa 10 minuut-

tia. Sintrattujen osasten tiheys oli 110 kg/m³.

Esimerkki 23

Natriummontmorilloniittia (200 g) ja butyyliammonium-

10 kloridin 60-%:sta vesipitoista liuosta (360 g) ja deionisoi-

tua vettä (750 g) kuumennettiin 80°C:ssa sekoittaen 4 tun-

tia. Saatu butyyliammonium-montmorilloniitti (kiinteä) ero-

tettiin suodattamalla ja pestiin vapaaksi kloridi-ioneista.

Yhtä neljänneestä kiinteästä aineesta vatkattiin deionoi-

15 dun veden (120 g) ja "Forafac" 1157:n (12 g) kanssa Kenwood

Cef Mixer-sekoittimessa 1 tunti pysyvän määrän vaahdon ai-

kaansaamiseksi. Märkä vaahto siirrettiin muottiin ja kui-

vattiin kuten esimerkissä 1 kuvattiin antamaan jäykkä solu-

rakenteinen vaahto.

Esimerkki 24

Magnesium-montmorilloniittia valmistettiin kuumen-

tamalla natriummontmorilloniittia (Wyoming-bentoniittia -

200 g) magnesiumkloridin ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 203 g) kanssa deio-

nisoidussa vedessä (1 l) 80°C:ssa 4 tuntia. Magnesium-

25 montmorilloniitti (kiinteä) erotettiin suodattamalla ja

pestiin vapaaksi kloridi-ioneista. Yhtä neljänneestä tästä

kiinteästä aineesta vatkattiin deion veden (100 g)

ja "Forafac" 1157 (0,8 g) kanssa Kenwood Chef Mixer-sekoit-

timessa pysyvän määrän vaahdon aikaansaamiseksi. Märkä vaah-

30 to muovattiin kuivaksi laataksi kuten esimerkissä 1 kuvat-

tiin. Kuivalla vaahdolla oli solurakenne.

Esimerkki 25

Aluminium-montmorilloniittia valmistettiin kuumen-

tamalla natrium-montmorilloniittia (Wyoming-bentoniittia

35 - 200 g) aluminiumnitraatin ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ - 375 g) kanssa

deionisoidussa vedessä (1,1 l) 80°C:ssa 4 tuntia. Aluminium-montmorillonitti (kiinteä) erotettiin suodattamalla ja pestiin vapaaksi nitraatti-ioneista. Yhtä neljänestä tästä kiinteästä aineesta vatkattiin Kenwood Chef Mixer-sekoittimessa deionisoidun veden (100 g) ja "Forafac" 1157 (0,8 g) kanssa pysyvän määrän vaahdon aikaansaamiseksi. Märkä vaahdot valettiin ja kuivattiin kuten esimerkissä 1 antamaan kuiva, kova solurakenteinen vaahdot.

Esimerkki 26

15 cm x 15 cm x 2,5 cm:n mittainen levy valmistettiin jokseenkin pallomaisista delaminoidun vermikuliitin kuivista vaahtopalasista, joiden läpimitta oli 3 mm ja jotka oli valmistettu kuten esimerkeissä 10-12 selostettiin. Palasten todellinen tiheys oli 65 kg/m^3 ja täytetiheys 45 kg/m^3 . Kuivia osasia (22 g) pantiin 15 cm x 15 cm x 2,5 cm:n kokoiseen teräsmuottiin ja palasryhmää puristettiin 15 kg/m^3 :n voimalla käyttäen teräslevyä. Puristamista jatkettiin kunnes osaskokonaisuuden tilavuus oli pienentynyt noin puoleen. Tuote oli levy, jolla oli pääasiallisesti solumainen rakenne ja jonka tiheys oli 90 kg/m^3 , taivutuslujuus 30 KN/m^2 ja puristuslujuus 100 KN/m^2 . Levy työnnettiin muotista pois ja sen kaksi pääpintaa päällystettiin natriumsilikaatin 35-%:sella vesipitoisella liuoksella. Lasikuituverkko, jonka paino oli 50 g/m^3 puristettiin päällystettyihin pintoihin ja saatua laminaattia kuivattiin uunissa 2 tuntia. Laminaatin tiheys oli 95 kg/m^3 , taivutuslujuus 300 KN/m^2 ja puristuslujuus 150 KN/m^2 . Laminaatin lämmönjohtavuus mitattuna BS 874:n mukaisesti oli 0,056.

Esimerkki 27

Valmistettiin 15 cm x 15 cm x 2,5 cm:n mittainen levy kuten esimerkissä 26 selostettiin, paitsi että osaset kostutettiin deionisoidulla vedellä (44 g) ennen muottiin panoa. Saadulla levyllä oli pääasiallisesti solurakenne ja sen tiheys oli 90 kg/m^3 . Levyn taivutuslujuus oli 60 KN/m^2

ja puristuslujuus oli 110 KN/m^3 . Levy laminoitiin lasi-kuituverkon kanssa kuten esimerkissä 26 selostettiin ja kuivan laminaatin tiheys oli 95 kg/m^3 , taivutuslujuus 400 KN/m^2 ja puristuslujuus 130 KN/m^2 .

5 Esimerkki 28

Valmistettiin kuiva, jäykkä vaahto esimerkissä 1 kuvavatulalla menetelmällä 50 g:sta Kaolin-savea (kevytlaatuista), 200 ml:sta deionoitua vettä ja 0,3 g:sta "Vantoc" CL:ää (kvaternäärisestä ammoniumbromidi-pinta-aktiivisesta aineesta, jota toimittaa Imperial Chemical Industries Limited).
10 Kuivan vaahdon tiheys oli 88 kg/m^3 .

Esimerkki 29

Yhdistelmälevy, joka sisälsi vermikuliitti-vaahdosta tehtyjä kuivia osasia ja vermikuliitti-vahto-matriisin,
15 valmistettiin seuraavasti.

Vermikuliitti-vaahtoa kehitettiin vatkaamalla delaminoidun vermikuliitin 20 paino-%:sta suspensiota. 250 g suspensiota vatkattiin 5 minuuttia käyttäen Kenwood-sekoitinta kierrosnopeudella 60 r/min. Saatu vaahto sekoitettiin sit-
20 ten 50 g:n kanssa osasia, jotka oli tehty vaahdotetusta vermikuliitista ja sekoitettiin suurella mekaanisella sekoittimella kierrosnopeudella 5 r/min. Vermikuliitti-osasten tiheys oli 70 kg/m^3 , puristuslujuus 100 KN/m^2 ja läpimitta 3 mm.

25 Saatu seos levitettiin tasoittaen metallikaukaloön, jonka mitat olivat 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm, kuivattiin huoneen lämpötilassa 24 tuntia ja sitten 50°C :ssa 2 päivää. Saadun möhkäleen puristuslujuus oli 200 KN/m^2 , taivutuslujuus 350 KN/m^2 ja tiheys 95 kg/m^3 . Levyn lämmönjohtokyky
30 oli $0,059 \text{ W/mK}$ 20°C :ssa.

Esimerkki 30

Yhdistelmälevy, joka sisälsi kuivia paisutettuja perliitti-helmiä ja vermikuliitti-vahto-matriisin, tehtiin seuraavasti.

35 Märkää vermikuliitti-vaahtoa tehtiin kuten esimerkissä 29 kuvattiin. Saatu vaahto sekoitettiin sitten 100 g:n

kanssa paisutetusta perliitistä tehtyjä helmiä. Helmien tiheys oli 130 kg/m^3 , puristuslujuus 250 KN/m^2 ja läpimitta 2-5 mm.

5 Saadun möhkäleen puristuslujuus oli 250 KN/m^2 , taivutuslujuus 300 KN/m^2 ja tiheys 110 kg/m^3 . Levyn lämmönjohtokyky oli $0,046 \text{ W/mK}$ 20°C :ssa.

Esimerkki 31

Yhdistelmälevy, joka sisälsi vaahdotetusta kaoliinista tehtyjä kuivia osasia ja vermikuliitti-vaahto-matrii-
10 sin, tehtiin seuraavasti.

Vermikuliitti-vaahtoa kehitettiin kuten esimerkissä
29 selostettiin. Saatu vaahto sekoitettiin sitten 50 g:n kanssa vaahdotetusta kaoliinista tehtyjä osasia. Osasten tiheys oli 65 kg/m^3 , puristuslujuus 90 KN/m^2 ja läpimitta
15 3 mm.

Saadun möhkäleen puristuslujuus oli 110 KN/m^2 , taivutuslujuus 250 KN/m^2 ja tiheys 85 kg/m^3 . Möhkäleen lämmönjohtokyky oli $0,045 \text{ W/mK}$ 20°C :ssa.

Patenttivaatimukset

1. Eristysaineena tai tulensuoja-aineena käytettävä jäykkä epäorgaaninen vaahtotuote, joka käsittää yhden tai useamman kerrosrakenteen omaavan mineraalin, t u n n e t t u siitä, että se muodostuu vaahto-osasista, jolloin jokaisella osasella on solumainen rakenne .
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen vaahtotuote, 10 t u n n e t t u siitä, että sen tiheys on alle 0,4 g/ml.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on valmistettu delaminoidusta vermikuliitista.
4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen vaahtotuote, 15 t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on valmistettu kaoliinista tai kaoliinia sisältävästä savesta.
5. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on 20 valmistettu montmorillonitista.
6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on valmistettu sepioliitista.
7. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 25 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on liimattu yhteen sideaineen avulla.
8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että vaahto-osaset on peitetty solumaiseen matriisiin, joka käsittää yhden tai 30 useamman kerrosrakenteen omaavan mineraalin.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen vaahtotuote, t u n n e t t u siitä, että solumainen matriisi on delaminoitua vermikuliittia.
10. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 35 mukainen vaahto, t u n n e t t u siitä, että se on laminaatin muodossa yhden tai useamman ei-vaahdotettua ainetta olevan kerroksen kanssa.

11. Menetelmä jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukaisen jäykän epäorgaanisen vaahtotuotteen valmistamiseksi, jolloin yhden tai useamman kerrosmineraalin suspensio nestemäisessä pinta-aktiivisen aineen sisältävässä väliaineessa vaahdotetaan niin että muodostuu stabiili, märkä vaahto, t u n n e t t u siitä, että märkä vaahto jaetaan pisaroiksi tai kuitumaisiksi, puristetuiksi säikeiksi, ainakin osa nestemäisestä väliaineesta poistetaan pisaroista vaahto-osasten muodostamiseksi ja osasista muodostetaan vaahtotuote, jolloin kuitumaiset, puristetut säikeet kuivaamisen jälkeen hajoitetaan osasten saamiseksi.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että suspensio sisältää delaminoitua vermikuliittia ja että vaahton puristuslujuutta ja vedenkestävyyttä parantavaa ainetta lisätään suspensioon.

13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että suspensio sisältää muuta kerrosmateriaalia kuin delaminoitua vermikuliittia, ja että saatu jäykkä epäorgaaninen vaahto sintrataan sen puristuslujuuden ja vedenkestävyyden parantamiseksi.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaahtoa kuumennetaan korkeintaan 1200°C :ssa sen sintraamiseksi.

15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että yhtä tai useampaa kerrosmateriaalia olevia osasia, joilla on solumainen rakenne, kootaan haluttuun tuotemuotoon ja osasten muodostama aggregaatti konsolidoidaan vaahdotustuotteen muodostamiseksi.

16. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että yhden tai useamman kerrosmineraalin vaahdotettu suspensio nestemäisessä väliaineessa yhdistetään yhtä tai useampaa kerrosmineraalia

olevien osasten kanssa, joilla on solumainen rakenne ja ainakin osa nestemäisestä väliaineesta poistetaan vaahdotetusta suspensiosta.

17. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukaisen jäykän epäorgaanisen vaahtotuotteen valmistamiseksi käytettävä aine, joka on jäykkien, epäorgaanisten, solumaisen rakenteen omaavien vaahto-osasten muodossa, tunnetaan siitä, että se käsittää yhden tai useamman, kerrosrakenteen omaavan mineraalin.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu delaminoidusta vermukuliitista.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu kaoliinista tai kaoliinia sisältävästä savesta.

20. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu montmorillonitista.

21. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu sepioliitista.

22. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu vermikuliitista tai kaolinitista.

23. Patenttivaatimuksen 17 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se koostuu delaminoidusta vermukuliitista ja kaolinitista.

24. Jonkin patenttivaatimuksen 17-23 mukainen aine, tunnetaan siitä, että se käsittää sideainetta tai liimaa olevan päällysteen.

25. Jonkin patenttivaatimuksen 17-24 mukainen aine, tunnetaan siitä, että sen tiheys on alle 0,4 g/ml.

Patentkrav

1. Styv, oorganisk skumprodukt för användning som isoleringsmaterial eller eldskyddande material och
5 omfattande ett eller flera mineral med skiktstruktur,
k ä n n e t e c k n a d därav, att den utgörs av skum-
partiklar, varvid varje partikel har en cellulär struktur.
2. Skumprodukt enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att den har en densitet under 0,4
10 g/ml.
3. Skumprodukt enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna är
framställda av delaminerad vermikulit.
4. Skumprodukt enligt patentkravet 1 eller 2,
15 k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna är
framställda av kaolinit eller en lera innehållande kaolin.
5. Skumprodukt enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna är
framställda av montmorillonit.
- 20 6. Skumprodukt enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna är
framställda av sepiolit.
7. Skumprodukt enligt något av föregående patent-
krav, k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna
25 är hoplimmade med varandra med hjälp av ett bindemedel.
8. Skumprodukt enligt något av patentkraven 1-7,
k ä n n e t e c k n a d därav, att skumpartiklarna är in-
bäddade i en cellulär matris omfattande ett eller flera
mineral med skiktstruktur.
- 30 9. Skumprodukt enligt patentkravet 8, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att den cellulära matrisen är de-
laminerad vermikulit.
10. Skumprodukt enligt något av föregående patent-
krav, k ä n n e t e c k n a d därav, att den föreligger
35 i form av ett laminat med ett eller flera skikt av ett
icke-skummat material.

11. Förfarande för framställning av en styv, oorganisk skumprodukt enligt något av patentkraven 1-10, varvid man skummar upp en suspension av ett eller flera skiktmineral i ett vätskeformigt medium innehållande ett ytaktivt medel, så att det bildas ett stabilt, vått skum, k ä n n e t e c k n a t därav, att det våta skummet uppdelas i droppar eller fiberliknande utpressade strängar, åtminstone en del av det vätskeformiga mediet avlägsnas från dropparna för att bilda skumpartiklar och en skumprodukt bildas av partiklarna, varvid de fiberliknande utpressade strängarna efter torkning söndersmulas för erhållande av partiklar.

12. Förfarande enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att suspensionen innehåller delaminerad vermikulit och att ett tryckhållfasthets- och vattenstabilitetsförbättrande medel för skummet sätts till suspensionen.

13. Förfarande enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att suspensionen innehåller ett annat skiktmineral än delaminerad vermikulit och att det erhållna, styva, oorganiska skummet sintras för att förbättra dess tryckhållfasthet och vattenstabilitet.

14. Förfarande enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a t därav, att skummet upphettas vid högst 1200°C för att sintra detsamma.

15. Förfarande enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att partiklar av ett eller flera skiktmineral och med en cellulär struktur sätts ihop till en önskad produktform aggregatet av partiklarna konsolideras för bildning av skumprodukten.

16. Förfarande enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att en uppskummad suspension av ett eller flera skiktmineral i ett vätskeformigt medium försätts med partiklar eller flera skiktmineral och med en

cellulär struktur och åtminstone en del av det vätskeformiga mediet avlägsnas från den uppskummade suspensionen.

17. Medel i form av styva, oorganiska skumpartiklar med en cellulär struktur för framställning av
5 en styv, oorganisk skumprodukt enligt något av patentkraven 1-10, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar ett eller flera mineral med skiktstruktur.

18. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av delaminerad vermikulit.
10

19. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av kaolinit eller lera innehållande kaolin.

20. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av montmorillonit.
15

21. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av sepiolit.

22. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av vermikulit och kaolinit.

23. Medel enligt patentkravet 17, k ä n n e t e c k n a t därav, att det består av delaminerad vermikulit och kaolinit.
20

24. Medel enligt något av patentkraven 17-23, k ä n n e t e c k n a t därav, att det omfattar en beläggning av ett bindemedel eller lim.
25

25. Medel enligt något av patentkraven 17-24, k ä n n e t e c k n a t därav, att det har en densitet under 0,4 g/ml.

30 Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 771104 (C 04 B 43/00).